

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-204439

(43)Date of publication of application : 18.07.2003

(51)Int.Cl.

H04N 1/413

G06T 7/60

H03M 7/30

H04N 1/393

H04N 7/30

(21)Application number : 2002-001602

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 08.01.2002

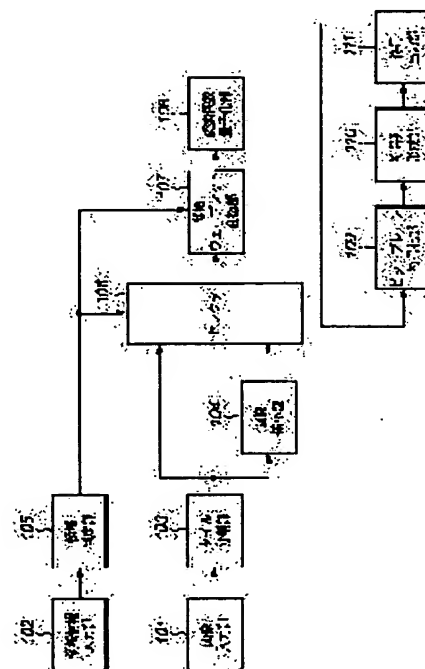
(72)Inventor : KAJIWARA HIROSHI

## (54) IMAGE CODING APPARATUS AND METHOD THEREFOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide image coding apparatus and its control method wherein a mixed image containing regions such as a character region and a photograph region in which necessary resolution levels are different can be coded effectively in a state that a high quality image can be restored.

SOLUTION: An image inputted from an image inputting part 101 is divided into a plurality of tiles by a tile dividing part 103. In a image reduction part 104, reduction images are produced from the tiles. Regarding each tile, region information is inputted from a region information inputting part 102 and judged in a region judging part 105, and either a tile or a reduced tile is selected by a selector 106. In a discrete wavelet conversion part 107, discrete wavelet conversion of the selected tile is performed, and the selected tile is decomposed into a prescribed number of subbands. Coefficients of the subbands are quantized in a conversion coefficient quantization part 108, coded in a bit plane coding part 109 and made a bit line in a code line forming part 110.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-204439

(P2003-204439A)

(43) 公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 N 1/413		H 0 4 N 1/413	D 5 C 0 5 9
G 0 6 T 7/60	2 5 0	G 0 6 T 7/60	2 5 0 Z 5 C 0 7 6
H 0 3 M 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 7 8
H 0 4 N 1/393		H 0 4 N 1/393	5 J 0 6 4
7/30		7/133	Z 5 L 0 9 6
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 17 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-1602(P2002-1602)

(22) 出願日 平成14年1月8日 (2002.1.8)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 梶原 浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外3名)

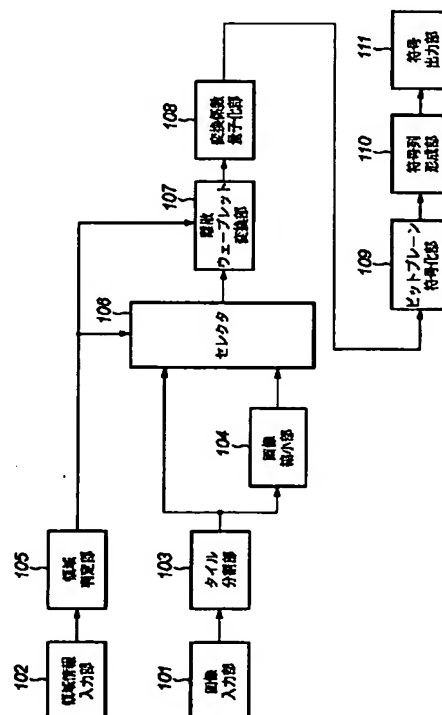
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及び画像符号化方法

(57) 【要約】

【課題】 文字領域や写真領域等の必要な解像度レベルが異なる領域を含む混在画像を、高画質の画像が復元可能な状態で効率よく符号化することができる画像符号化装置及びその制御方法を提供する。

【解決手段】 画像入力部101から入力された画像は、タイル分割部103で複数のタイルに分割される。画像縮小部104は、そのタイルから縮小画像を生成する。そして、各タイルについて、領域情報が領域情報入力部102から入力され、領域判定部105で領域情報が判定され、タイルまたは縮小タイルのどちらが、セレクタ106で選択される。さらに、離散ウェーブレット変換部107で、選択されたタイルの離散ウェーブレット変換が行われ、所定数のサブバンドに分解される。サブバンドの係数は、変換係数量子化部108で量子化され、ビットプレーン符号化部109で符号化され、符号列形成部110でビット列となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割手段と、

分割された各領域についての領域情報を入力する入力手段と、

分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成手段と、

分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとに小画像または縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する分解手段と、

分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化手段とを備えることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】 画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割手段と、

分割された小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第 1 の分解手段と、

分割された各領域についての領域情報を入力する入力手段と、

分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成手段と、

分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域の縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第 2 の分解手段と、

分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化手段とを備えることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 3】 前記入力手段が、分割された領域内の各画素について、エッジ画素か否かを判定する判定部と、

該領域内のエッジ画素と判定された画素数の総和を算出する算出部と、

算出されたエッジ画素数と所定のしきい値とを比較して、該領域の領域情報を生成する生成部とを備え、生成された領域情報を入力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】 画像を周波数変換して所定数のサブバンドへ分解する手段が、離散ウェーブレット変換を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化装置。

【請求項 5】 分割された所定領域についての分解されたサブバンドの変換係数のうち、所定の係数を量子化する量子化手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化装置。

【請求項 6】 符号化されたビット列に対して、所定のヘッダ情報を付与する付与手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化装置。

【請求項 7】 入力された領域情報に基づいて、各領域における符号化されたサブバンドの変換係数の最下位ビットを決定する決定手段をさらに備え、前記付与手段が、各領域のサブバンドの係数のビット列

から、決定された最下位ビット以上のビット列を用いて符号化データとすることを特徴とする請求項 6 記載の画像符号化装置。

【請求項 8】 画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割工程と、

分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成工程と、

分割された各領域についての領域情報を取得する取得工程と、

10 分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとに小画像または縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する分解工程と、

分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化工程とを有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 9】 画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割工程と、

分割された各領域についての領域情報を取得する取得工程と、

20 分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域の小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第 1 の分解工程と、

分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成工程と、

分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域の縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第 2 の分解工程と、

分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化工程とを有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 10】 前記取得工程が、

30 分割された領域内の各画素について、エッジ画素か否かを判定する判定工程と、

該領域内のエッジ画素と判定された画素数の総和を算出する算出工程と、

算出されたエッジ画素数と所定のしきい値とを比較して、該領域の領域情報を生成する領域生成工程とを有することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の画像符号化方法。

【請求項 11】 画像を周波数変換して所定数のサブバンドへ分解する工程が、離散ウェーブレット変換を用いて行われることを特徴とする請求項 8 から 10 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化方法。

【請求項 12】 分割された所定領域についての分解されたサブバンドの変換係数のうち、所定の係数を量子化する量子化工程をさらに有することを特徴とする請求項 8 から 11 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化方法。

【請求項 13】 符号化されたビット列に対して、所定のヘッダ情報を付与する付与工程をさらに有することを特徴とする請求項 8 から 12 までのいずれか 1 項に記載の画像符号化方法。

【請求項 14】 取得された領域情報に基づいて、各領域における符号化されたサブバンドの変換係数の最下位ビットを決定する決定工程をさらに有し、前記付与工程が、各領域のサブバンドの係数のビット列から、決定された最下位ビット以上のビット列を用いて符号化データとすることを特徴とする請求項 13 記載の画像符号化方法。

【請求項 15】 画像を符号化する画像符号化装置を制御するためのコンピュータプログラムであって、画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割工程のプログラムコードと、  
分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成工程のプログラムコードと、  
分割された各領域についての領域情報を取得する取得工程のプログラムコードと、  
分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとに小画像または縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する分解工程のプログラムコードと、  
分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化工程のプログラムコードとを有することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 16】 請求項 15 記載のコンピュータプログラムを格納することを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、文字と写真が混在する画像データを符号化する画像符号化装置及びその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、デジタルカメラやスキャナといった画像入力装置に関する技術の向上に伴って、画像入力装置によって取り込まれる画像の解像度は、増加の一途を辿っている。従来の画像入力装置を用いて取り込まれる画像は、低解像度であって画像のデータ量が少なかったため、画像データの伝送や蓄積等の各種画像処理において、大きな問題を起こすことはなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、画像入力装置で取り込まれる画像の解像度が高解像度になるにつれ、画像のデータ量も膨大なものになってきている。そのため、画像を伝送する際に多くの時間がかかったり、画像の蓄積に多くの記憶容量が必要とされるという問題が生じてきている。

【0004】 この問題を解決するために、通常、画像の伝送や蓄積に際しては、高能率の符号化を用いることによって、画像の冗長性を除いたり、視覚的に許容できる範囲で画像を加工してデータ量を削減することが行われている。尚、符号化された画像データの復号によって元の画像を完全に再現することができる符号化方式を可逆符号化と呼び、視覚的に近い画像を得るものの完全には

元の画像を再現することができない符号化方式を非可逆符号化と呼ぶ。

【0005】 非可逆符号化においては、視覚的に劣化が目立たない部分を変化させて符号量の削減を図ることが重要であるが、これは画像の特性に大きく依存している。画像にも様々な種類があって、人物・風景等を銀塩写真で撮影した画像をスキャナで読み取って生成した画像、あるいはデジタルカメラで人物・風景等を直接撮影して生成される自然画像、紙等の媒体上の文字・線情報をラスタ走査して入力することにより生成する文字・線画像、コンピュータグラフィック（CG）によって描画された画像や構築した 3 次元モデルをレンダリングすることによって生成される CG 画像等がその一例として挙げられる。

【0006】 上述した様々な種類の画像データにおいて、良好な画質を得るために必要な解像度や階調数は通常異なっている。一般に、文字・線画像については、自然画像に比べて高い解像度が必要である。

【0007】 そこで、高能率な符号化の一手法として、従来からウェーブレット変換を利用する方法が用いられている。この方式では、まず、離散ウェーブレット変換を用いて符号化対象画像を複数の周波数帯域（サブバンド）に分割する。次に、各サブバンドの変換係数をさまざまな方法で量子化、エントロピー符号化して、符号列を生成する。図 7 を用いて、ウェーブレット変換の処理過程の一例について示す。ウェーブレット変換の方法としては、図 7（a）に示される原画像に対して、図 7

（b）に示されるように、1 次元の変換処理が垂直方向に適用され、次いで、図 7（c）に示されるように水平方向に適用されて、4 つのサブバンドに分割する方法が用いられる。さらに、図 7（c）に示される低周波サブバンド LL のみに対して、4 つのサブバンドへの分割を繰り返す方法が一般的である。

【0008】 図 8 は、2 次元のウェーブレット変換を 2 回繰り返して行った場合の、サブバンドの分割例を示す図である。ウェーブレット変換を用いた画像符号化の利点の一つとして、空間解像度の段階的復号の実現が容易であるということが挙げられる。図 8 に示されるように 2 次元のウェーブレット変換を 2 回施して 7 つのサブバンドに分解し、低周波サブバンド LL から高周波サブバンド HH 2 へと、順に各サブバンドの係数を符号化して伝送した場合、復号側では低周波サブバンド LL の変換係数を受信した段階で水平・垂直 1/4 の解像度の復元画像を復号することができる。また、サブバンド LL、LH 1、HL 1、HH 1 を受信した段階で、水平・垂直 1/2 の解像度の復元画像を復号することができる。さらに、サブバンド LH 2、HL 2、HH 2 までを受信した場合には、元の解像度の復元画像を復号することができる。このように、復号するための解像度を選択して復号画像を生成することができる。

【0009】また、文字・写真の混在画像に見られるように、画像中に必要とする解像度の異なる部分が混在する場合の一符号化方式として、画像をタイルと呼ばれる独立に符号化される矩形領域に分割し、各タイル毎に必要な解像度を考慮して、高解像度を必要としないタイルについては高周波サブバンドに相当する符号化データを破棄する、あるいは高周波サブバンドの係数を符号化しないことにより、タイル毎に解像度を変えるという方法がある。例えば、各タイルを図8に示されるように7つのサブバンドに分割する場合、文字・線画像領域に属するタイルについては、高解像度が必要とされるため、L、LH1、HL1、HH1、LH2、HL2、HH2の7つのサブバンドを符号化し、自然画像領域に属するタイルについては、低解像度で十分なため、LL、LH1、HL1、HH1の4つのサブバンドのみを符号化する。

【0010】しかしながら、上述した従来の高能率な符号化方法では、自然画像、文字・線画像の混在画像等において、必要とする解像度の異なる領域が含まれる画像データを符号化する場合、高解像度を必要としない領域、例えば自然画像領域などについては復号側で得られる復元画像は、ウェーブレット変換により得られた低周波成分であるため、エッジの鈍りや細線の消滅などが発生し、必ずしも良い再生画像にはならなかった。

【0011】本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、文字領域や写真領域等の必要な解像度レベルが異なる領域を含む混在画像を、高画質の画像が復元可能な状態で効率よく符号化することができる画像符号化装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割手段と、分割された各領域についての領域情報を入力する入力手段と、分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成手段と、分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとに小画像または縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する分解手段と、分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化手段とを備えることを特徴とする。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。本実施形態では、符号化される画像として、文字領域及び写真領域が混在する白黒原稿をスキャナ等で読み取って8ビットの輝度値で表現した画像データを用いる。尚、写真領域とは、濃淡階調で表現された文字領域以外の全領域を含んでもよい。また、本発明において符号化可能な画像データは8ビットの画像だけに限らず、4ビット、10ビット、12ビット

ト等のビット数で輝度値を表現する画像データであっても適用可能である。また、各画素をRGB、CMYK等の複数の色成分、あるいはYCbCr等の輝度と色度／色差成分で表現されるカラー画像データに対しても適用可能である。このようなカラー画像データの場合、カラー画像データ中の各成分データのの一つ一つを白黒の画像データであるとしなせばよい。

【0014】＜第1の実施形態＞図1は、本発明の第1の実施形態による画像を符号化するための画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図1において、画像入力部101は、本実施形態による画像符号化装置によって符号化される画像データを入力するための装置である。

【0015】ここで、本実施形態において入力される画像データは高解像度画像であって、水平方向の画像サイズがX画素であり、垂直方向の画像サイズがY画素であるとする。そして、入力された画像データの水平方向のx番目、垂直方向のy番目の画素データをP(x, y)と表す。ここで、 $0 \leq x < X$ 、 $0 \leq y < Y$ である。例えば、この画像入力部101を実現する装置として、スキャナ、デジタルカメラ等の撮像部分がある。そして、この撮像部分は、CCD等の撮像デバイス及びガンマ補正、シェーディング補正等の各種画像調整回路を含むものとなる。

【0016】次に、タイル分割部103は、画像入力部101に接続され、画像入力部101から入力される画像データを、適宜、不図示のバッファに格納し、入力された画像データを所定の幅TWと高さTHのタイルに分割する。ここで、画像データの水平方向及び垂直方向の画像サイズのX、Yは、タイルの水平方向及び垂直方向の画像サイズTW、THの所定倍数であるとする。

【0017】図2は、複数のタイルに分割される画像データを説明するための図である。図2に示すように、画像データの原点となる左上隅の画素を含むタイルをタイルT0とし、タイルT0に隣接するタイルに対して、ラスト走査順にT1、T2、…、Tnという番号を与える。ここで、各タイル内の水平方向のx番目、垂直方向のy番目の画素値を、 $T_i(x, y)$ と表す。但し、 $i = 0, \dots, n$ 、 $0 \leq x < TW$ 、 $0 \leq y < TH$ である。また、 $T_i(0, 0)$ は、タイルT<sub>i</sub>の左上隅の画素値を表す。

【0018】タイル分割部103は、さらに画像縮小部104とセレクト部106に接続しており、分割された各タイルの画像データをそれぞれの装置に対して、タイルT0からTnのラスト走査順に出力する。

【0019】一方、領域情報入力部102は、画像入力部101から入力される画像データについて、高解像度が必要とされる領域の範囲を示す高解像度符号化領域情報が入力される。図3は、本実施形態による符号化対象の画像データと高解像度符号化領域を説明するための概

要図である。図3に示すように、本実施形態において高解像度を必要とする領域は、文字領域であるとする。そして、画像データ中の文字領域を包含する矩形領域の、高解像度での画像サイズを基準としたときの左上隅の画素位置 ( $UL_x, UL_y$ ) と、右下隅の画素位置 ( $LR_x, LR_y$ ) の2つの座標情報が高解像度符号化領域情報として領域情報入力部102から入力される。

【0020】領域判定部105は、領域情報入力部102に接続され、領域情報入力部101から入力される画像データにおける高解像度符号化領域の左上隅の画素位置 ( $UL_x, UL_y$ ) と右下隅の画素位置 ( $LR_x, LR_y$ ) とを用いて、タイル分割部103で生成される各タイル  $T_i$  が高解像度符号化領域を含むタイルであるか、高解像度符号化領域を含まないタイルであるかを判定し、タイル毎に判定結果を出力する。この出力として、タイル  $T_i$  に対する判定結果を  $F(T_i)$  とし、タイル  $T_i$  が高解像度符号化領域を含む場合には  $F(T_i) = 1$ 、含まない場合には  $F(T_i) = 0$  とする。図4は、上述した方法によって画像データのタイルに対して2つの判定結果を出力する場合の一例を示す図である。

【0021】画像縮小部104は、タイル分割部103及びセクタ106とに接続されており、タイル分割部103から出力される各タイルについて、水平方向・垂直方向共1/2の大きさに縮小された縮小タイル  $ST_i$  を生成する。

【0022】この画像縮小部104における画像の縮小処理は、縮小画像の画質を重視した縮小処理である。後述する離散ウェーブレット変換部107におけるLLサブバンドよりも高画質な縮小画像が得られる方法であればどのような方法を用いても良く、この具体的な方法としては、公知であり、これまでも多くの方法が提案されているのでここでは説明を省略する。尚、縮小タイル  $ST_i$  内の水平方向の  $x$  番目、垂直方向の  $y$  番目の画素値を、 $ST_i(x, y)$  と表す。但し、 $i = 0, \dots, n, 0 \leq x < TW/2, 0 \leq y < TH/2$  であって、 $ST_i(0, 0)$  は、縮小タイル  $ST_i$  の左上隅の画素値を表す。

【0023】セクタ106は、さらに領域判定部105に接続している。セクタ106では、着目するタイル  $T_i$  について、領域判定部105からの領域判定情報  $F(T_i)$  に基づいて、画像縮小部104から出力される縮小タイル  $ST_i$  の画像データ、またはタイル分割部103から出力されるタイル  $T_i$  の画像データのいずれかが選択されて出力される。例えば、タイル  $T_i$  に関する領域判定情報  $F(T_i)$  が0である場合、すなわちタイル  $T_i$  が文字領域である高解像度符号化領域を含まない写真領域である場合、縮小タイル  $ST_i$  の画像データが選択されて出力される。一方、タイル  $T_i$  に関する領域判定情報  $F(T_i)$  が1である場合、すなわちタイル

$T_i$  が文字領域である高解像度符号化領域を含む場合、高解像度のタイル  $T_i$  の画像データが選択されて出力される。

【0024】また、図1において離散ウェーブレット変換部107は、セクタ106と領域判定部105に接続されている。そして、離散ウェーブレット変換部107は、セクタ106から入力されるタイル  $T_i$  または縮小タイル  $ST_i$  の画像データを、不図示の内部バッファに適宜格納しながら2次元の離散ウェーブレット変換を施し、当該画像を複数のサブバンドに分解して各サブバンドの係数を出力する。

【0025】また、離散ウェーブレット変換部107で行われる2次元離散ウェーブレット変換の適用回数は、領域判定部105から入力される領域判定情報  $F(T_i)$  によって異なるようにする。すなわち、 $F(T_i)$  が0である場合には、1回の2次元離散ウェーブレット変換をタイル  $ST_i$  に行う。図5は、タイル  $ST_i$  を4つのサブバンドに分解する場合を説明するための概要図である。図5に示すように、タイル  $ST_i$  は、LL、HL1、LH1、HH1の4つのサブバンドに分解される。また、図6は、タイル  $T_i$  を7つのサブバンドに分解する場合を説明するための概要図である。図6に示すように、 $F(T_i)$  が1である場合には、2回の2次元離散ウェーブレット変換により、LL、HL1、LH1、HH1、HL2、LH2、HH2の7つのサブバンドに分解される。

【0026】以降、各サブバンドの係数を  $C(S, x, y)$  と表す。但し、 $S$  はサブバンドを表し、LL、HL1、LH1、HH1、HL2、LH2、HH2のいずれかである。また、 $(x, y)$  は、各サブバンド内の左上隅の係数位置を  $(0, 0)$  としたときの、水平方向および垂直方向の係数位置を表す。

【0027】ここで、本実施形態で使用する2次元離散ウェーブレット変換について説明する。2次元離散ウェーブレット変換は、1次元の変換（フィルタ処理）を水平・垂直方向それぞれに適用することによって実現するものである。図7は、符号化対象画像に対して2次元の離散ウェーブレット変換の適用例を説明するための概要図である。図7(a)は符号化対象画像を示しており、この画像に対して垂直方向に1次元の離散ウェーブレット変換を適用し、図7(b)に示すように低周波サブバンドLと高周波サブバンドHに分解する。次に、それぞれのサブバンドに対して水平方向に1次元離散ウェーブレット変換を適用することにより、図7(c)に示すようにLL、HL、LH、HHの4つのサブバンドに分解する。

【0028】本実施形態による画像符号化装置では、 $N$  個の1次元信号  $x(n)$ 、( $n = 0, \dots, N-1$ ) に対する1次元離散ウェーブレット変換は、次式を用いて行われるものとする。

## 【0029】

$$h(n)=x(2n+1)-(x(2n)+x(2n+2))/2$$

(1)

$$l(n)=x(2n)+(h(n-1)+h(n))/4$$

(2)

ここで、 $h(n)$  は高周波サブバンドの変換係数、 $l(n)$  は低周波サブバンドの変換係数を表す。尚、上式の計算において必要となる1次元信号 $x(n)$ の両端 $x(n)$ 、( $n < 0$  及び  $n \geq N$ ) は、公知の手法を用いて1次元信号 $x(n)$ 、( $0 \leq n < N$ ) の値から求める。

【0030】一方、サブバンド $T_i$ については、上述した2次元離散ウェーブレット変換によって得られたサブバンド $LL$ に対して、さらに繰り返して2次元離散ウェーブレット変換を適用することにより、図8に示すように $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ 、 $HL2$ 、 $LH2$ 、 $HH2$ の7つのサブバンドに分解する。図8は、サブバンド $T_i$ に対する2次元離散ウェーブレット変換を説明す

$$Q(S,x,y)=\text{sign}\{C(S,x,y)\} \times \text{floor}\{|C(S,x,y)|/\text{delta}(S)\} \quad (3)$$

ここで、 $\text{sign}\{I\}$  は、整数 $I$ の正負符号を表す関数であって、 $I$ が正の場合は1、負の場合は-1を返す。また、 $\text{floor}\{R\}$  は、実数 $R$ を超えない最大の整数値を表すものとする。

【0033】一方、ビットプレーン符号化部109は、変換係数量子化部108に接続されており、離散ウェーブレット変換部107と変換係数量子化部108を経て生成されたタイル $ST_i$ についての $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ の4つのサブバンド、またはタイル $T_i$ についての $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ 、 $HL2$ 、 $LH2$ 、 $HH2$ の7つのサブバンドの量子化された係数値 $Q(S, x, y)$ を符号化して符号列を生成する装置である。

【0034】ビットプレーン符号化部109における符号化方法としては、各サブバンドの係数をブロック分割し、別々に符号化することによりランダムアクセス性を向上させる方法等が知られているが、本実施形態では説明を簡単にするためにサブバンド単位に符号化する。すなわち、各サブバンドの量子化された係数値 $Q(S, x, y)$ の符号化は、サブバンド内の量子化された係数値 $Q(S, x, y)$ の絶対値を自然2進数で表現し、上位の桁から下位の桁へとビットプレーン方向を優先して2値算術符号化することによって行われる。本実施形態では、各サブバンドの量子化された係数値 $Q(S, x, y)$ を自然2進表記した場合の下から $n$ 桁目のビットを、 $C_n(S, x, y)$ と表記して説明する。また、2進数の桁を表す変数 $n$ をビットプレーン番号と呼び、ビットプレーン番号 $n$ は $LSB$ （最下位ビット）を0桁目とする。

【0035】図9は、サブバンド $S$ を符号化するビットプレーン符号化部109の動作手順を説明するためのフローチャートである。まず、符号化対象となるサブバンド $S$ 内の係数の絶対値を調べ、その最大値 $Mabs(S)$ が求められる（ステップS901）。次に、最大

るための図である。尚、図8におけるサブバンド $LL$ は、図7(c)のサブバンド $LL$ を再分解したものであり、両者は同一のものではない。

【0031】変換係数量子化部108は、離散ウェーブレット変換部107に接続され、生成された各サブバンドの係数 $C(S, x, y)$ を、各サブバンド毎に定めた量子化ステップ $\text{delta}(S)$ を用いて量子化する。量子化された係数値を $Q(S, x, y)$ と表すと、変換係数量子化部108で行われる量子化処理は、次式によって表すことができる。

## 【0032】

値 $Mabs(S)$ を2進数で表現するために必要となる桁数 $N_{BP}(S)$ を次式に基づいて求める（ステップS902）。

$$N_{BP}(S)=\text{ceil}\{\log_2(Mabs(S))\} \quad (4)$$

ここで、 $\text{ceil}\{R\}$  は、実数 $R$ に等しいか、あるいはそれ以上の最小の整数値を表す。

【0037】そして、ビットプレーン番号 $n$ に有効桁数 $N_{BP}(S)$ を代入する（ステップS903）。さらに、ビットプレーン番号 $n$ から1を引く（ステップS904）。そして、ビットプレーン $n$ を2値算術符号を用いて符号化する（ステップS905）。本実施形態においては、算術符号として $QM-Coder$ を用いる。尚、 $QM-Coder$ を用いて、ある状態（コンテキスト）で発生した2値シンボルを符号化する手順、あるいは、算術符号化処理のための初期化手順や終端手順については、静止画像の国際標準ITU-T Recommendation T.81 | ISO/IEC10918-1勧告等に詳細に説明されているのでここでは説明を省略する。

【0038】また、本実施形態では、説明を簡単にするため、単一のコンテキストで各ビットを算術符号化するものとする。そして、各ビットプレーンの符号化の開始時に算術符号化器を初期化し、終了時に算術符号化器の終端処理を行う。

【0039】さらに、個々の係数について、最初に符号化される“1”の直後に、その係数の正負符号を0または1で表して算術符号化する。本実施形態では、係数の符号が正の場合は0、負の場合は1とする。例えば、係数が-5であって、この係数の属するサブバンド $S$ の有効桁数 $N_{BP}(S)$ が6の場合、係数の絶対値は2進数000101で表され、各ビットプレーンの符号化により上位桁から下位桁へと符号化される。そして、2番目のビットプレーンの符号化時（上から4桁目）に最初の“1”が符号化され、この直後に負の場合の正負符号“1”を算術符号化するようにする。



【0040】また、ビットプレーン番号 $n$ を0と比較して、 $n$ が0であるか否かが判断される（ステップS906）。その結果、 $n$ が0の場合（Yes）、すなわち、ステップS905でLSBプレーンの符号化が行われた場合、サブバンドの符号化処理を終了する。一方、 $n$ が0でない場合（No）、ステップS904の処理が行われる。

【0041】上述した手順の処理によって、サブバンドSの全係数を符号化して、各ビットプレーン $n$ に対応する符号列CS(S,  $n$ )が生成される。符号列形成部110は、ビットプレーン符号化部109に接続しており、生成された符号列は符号列形成部110に送られ、符号列形成部110内の不図示のバッファに一時的に格納される。符号列形成部110は、さらに、符号出力部111に接続している。そして、符号列形成部110は、ビットプレーン符号化部109から出力されたすべてのタイル( $T_0 \sim T_n$ )についてのタイル $T_i$ または縮小タイル $ST_i$ の全サブバンドの係数の全符号列が内部バッファに格納された後、所定の順序で内部バッファに格納される符号列を読み出す。そして、読み出した符号列に必要な付加情報を挿入して、本符号化装置の出力となる最終的な符号列を形成して、符号出力部111に出力する。

【0042】図10は、符号列形成部110において生成される符号列の構造を示す図である。符号列形成部110で生成される最終的な符号列は、タイルのヘッダとタイル $T_0 \sim T_n$ の各タイルの符号化データとから構成される。また、各タイルの符号化データには、画像データにおけるどのタイルかを識別するための識別情報やそれぞれのタイルに適用された離散ウェーブレット変換の回数などの付加情報を格納したタイルヘッダと、レベル0とレベル1の2つ、あるいは、レベル0とレベル1とレベル2の3つに階層化された符号化データとから構成される。

【0043】図11は、 $F(T_i) = 0$ の場合のタイル $ST_i$ の符号化データの構成を示す概要図である。また、図12は、 $F(T_i) = 1$ の場合のタイル $T_i$ の符号化データの構成を示す概要図である。図11及び図12に示すように、レベル0の符号化データは、LLサブバンドの係数を符号化して得られるCS(LL,  $N_{BP}(LL) - 1$ )からCS(LL, 0)までの符号列から構成される。

【0044】また、レベル1は、LH1、HL1、HH1の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH1,  $N_{BP}(LH1) - 1$ )からCS(LH1, 0)と、CS(HL1,  $N_{BP}(HL1) - 1$ )からCS(HL1, 0)と、CS(HH1,  $N_{BP}(HH1) - 1$ )からCS(HH1, 0)とから構成される。さらに、レベル2は、LH2、HL2、HH2の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH2,  $N$

BP(LH2) - 1)からCS(LH2, 0)と、CS(HL2,  $N_{BP}(HL2) - 1$ )からCS(HL2, 0)と、CS(HH2,  $N_{BP}(HH2) - 1$ )からCS(HH2, 0)とから構成される。

【0045】また、符号出力部111は、符号列形成部110に接続され、符号列形成部110で生成された符号列を装置外部へと出力するための装置である。符号出力部111の一例として、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインタフェース等がある。

【0046】図13は、上述した実施形態による画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。まず、画像入力部101から高解像度のX画素×Y画素の画像データが入力される（ステップS131）。入力された画像データは、タイル分割部103において、 $TW \times TH$ の大きさのタイルに分割される（ステップS132）。そして、分割された各タイルについて、縦横とも1/2の縮小率によって縮小画像が生成される（ステップS133）。

【0047】一方、分割された各領域についての領域情報が領域情報入力部102から入力され、分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとにタイルまたは縮小タイルのどちらを選択するかが、領域判定部105において判定される（ステップS134）。そして、セクタ106は判定された方のタイルを選択する（ステップS135）。さらに、離散ウェーブレット変換部107において、選択されたタイルの画像データの離散ウェーブレット変換が行われ、所定数のサブバンドに分解される（ステップS136）。

【0048】また、分解された各サブバンドの変換係数が、変換係数量子化部108において量子化される（ステップS137）。量子化された変換係数は、ビットプレーン符号化部109において符号化され（ステップS138）、符号列形成部110においてビット列が形成される（ステップS139）。そして、生成された符号化データは、符号出力部111から装置外部に出力される（ステップS140）。

【0049】すなわち、本発明による画像符号化装置は、画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割手段（タイル分割部103）と、分割された各領域についての領域情報を入力する入力手段（領域情報入力部102、領域判定部105）と、分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成手段（画像縮小部104）と、分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域ごとに小画像または縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する分解手段（セクタ106、離散ウェーブレット変換部107）と、分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化手段（ビットプレーン符号化部109）とを備えることを特徴とする。



【0050】また、本発明による画像符号化装置は、画像を周波数変換して所定数のサブバンドへ分解する手段（離散ウェーブレット変換部107）が、離散ウェーブレット変換を用いることを特徴とする。さらに、本発明による画像符号化装置は、分割された所定領域についての分解されたサブバンドの変換係数のうち、所定の係数を量子化する量子化手段（変換係数量子化部108）をさらに備えることを特徴とする。さらにまた、本発明による画像符号化装置は、符号化されたビット列に対して、所定のヘッダ情報を付与する付与手段（符号列形成部110）をさらに備えることを特徴とする。

【0051】以上に述べたように、本実施形態では、入力された画像データを複数のタイル $T_i$ に分割し、タイル単位で高解像度符号化領域か否かを判定して、高解像度符号化領域に属するタイルについてはそのタイル $T_i$ を、高解像度符号化領域に属さないタイルについては適切な縮小タイル $ST_i$ を離散ウェーブレット変換して符号化した。これによって、高解像度の画像が必要な部分については高解像度再現のための情報を含んだ符号化データとして、また、高解像度を必要としない部分については好適な低解像度復元画像を得ることが可能な符号化データとして符号化データを生成することが可能になる。

【0052】＜第2の実施形態＞図14は、本発明の第2の実施形態による画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図14において、図1に示される第1の実施形態による画像符号化装置で用いられた構成要素と同じ動作・機能の装置については、同じ符号で示しており、それらの説明を省略する。

【0053】本実施形態における画像符号化装置も、第1の実施形態と同様に各画素の輝度値を8ビットで表現した白黒画像データを符号化する。また、本実施形態では、画像データは8ビットだけに限らず、4ビット、10ビット、12ビット等のビット数で輝度値を表現する画像データを符号化する場合にも適用可能である。さらに、各画素をRGB、CMYK等の複数の色成分、あるいはYCbCr等の輝度と色度／色差成分で表現するカラー画像データを符号化する場合にも適用可能である。この場合には、カラー画像データ中の各成分が白黒画像データであるとみなせばよい。また、入力される画像データの大きさを第1の実施形態と同様にX画素×Y画素とし、所定の大きさ（ $TW \times TH$ ）で画像データを分割して生成したタイルの縦横の大きさをさらに半分にしたものを縮小画像とする。尚、本実施形態において、X、Yは、共に4の倍数とする。

【0054】以下、図14に示されるブロック図を用いて、本実施形態に係る画像符号化装置の各部について説明する。画像入力部101は、符号化される画像データを入力するための装置であり、入力された画像データを所定の大きさのタイルに分割するタイル分割部103に接続されている。タイル分割部103は、分割されたタ

イルから所定の縮小画像を生成する画像縮小部104と、タイルが文字領域または写真領域であるか等の領域情報を判定する領域判定部と、各タイルについて必要な解像度を判定するセクタ106に接続している。

【0055】また、セクタ106は、さらに画像縮小部104と判定されたタイルの画像データを離散ウェーブレット変換する離散ウェーブレット変換部1404に接続している。離散ウェーブレット変換部1404は、さらにビットプレーン符号化部109に接続されており、変換された画像データを符号化するために出力する。ビットプレーン符号化部109は、符号出力部111に接続した符号列形成部1403に接続されて、最下位BP決定部1402で決定された最下位ビットに基づいて符号列を形成する。

【0056】図15は、図14に示される第2の実施形態による画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。まず、第1の実施形態と同様に、本実施形態による画像符号化装置の符号化対象となる画像データは、画像入力部101からラスト走査順に入力される（ステップS151）。入力された画像データは、タイル分割部103において、所定の幅TWと高さTHを有する複数のタイルに分割される（ステップS152）。生成されたタイル $T_0 \sim T_n$ は、ラスト走査順に、タイル分割部103に接続された領域判定部1401、セクタ106、画像縮小部104に出力される。

【0057】領域判定部1401では、タイル分割部103で生成されたタイル $T_i$ を不図示の内部バッファに格納し、タイル内の画素値を調べる。そして、当該タイルが高解像度符号化領域を含むタイルであるか、高解像度符号化領域を含まないタイルかであることを判定し、その判定結果 $F(T_i)$ をタイルごとに出力する。

【0058】タイル $T_i$ の判定は、タイル $T_i$ の各画素値 $T_i(x, y)$ についてエッジ判定処理が行われ、各画素がエッジ部であるか否かを示したエッジ判定情報 $E(T_i(x, y))$ が生成される。そして、生成されたエッジ判定情報 $E(T_i(x, y))$ の値は、画素 $T_i(x, y)$ がエッジ部と判定された場合に1が付与され、エッジ部ではないと判定された場合に0が付与される。そして、タイル $T_i$ 内のすべての画素について前述したエッジ判定が行われる（ステップS153a）。その後、タイル $T_i$ 内のエッジの数、すなわち $E(T_i(x, y))$ の総和が求められ（ステップS153b）、その値を所定のしきい値 $Th$ と比較して、エッジ数の総和がしきい値 $Th$ 以上の値の場合、タイル $T_i$ を高解像度符号化領域を含む領域であると判断する。そして、判定結果 $F(T_i)$ として1を出力する。一方、総和の値がしきい値 $Th$ に等しい、またはそれ以下である場合、タイル $T_i$ を高解像度符号化領域を含まないと判断して、判定結果 $F(T_i)$ として0を出力する（ステップS153c）。

【0059】一方、画像縮小部104では、上述した領域判定と同時、あるいはその前後において、分割されたタイルから幅及び高さが半分の縮小画像が生成される

(ステップS154)。また、セクタ106では、第1の実施形態と同様にして、領域判定部1401の判定結果F(Ti)に基づいて、着目するタイルTi、または着目するタイルTiについて画像縮小部104で縮小して生成されたSTiを選択して、離散ウェーブレット変換部1404に出力する(ステップS155)。

【0060】離散ウェーブレット変換部1404は、セクタ106において選択されたタイルTiまたは縮小

$$h(n) = x(2n+1) - \text{floor}\{(x(2n)+x(2n+2))/2\} \quad (5)$$

$$l(n) = x(2n) + \text{floor}\{(h(n-1) + h(n) + 2)/4\} \quad (6)$$

ここで、 $\text{floor}\{R\}$ は、Rを超えない最大の整数値を得る関数であり、 $h(n)$ は高周波サブバンドの係数、 $l(n)$ は低周波サブバンドの係数を表す。尚、上式の計算において必要となる1次元信号 $x(n)$ の両端 $x(n)$ 、( $n < 0$ 及び $n \geq N$ )は公知の手法により1次元信号 $x(n)$ 、( $0 \leq n < N$ )の値から求める。

【0062】ビットプレーン符号化部109は、さらに符号列形成部1403に接続されており、離散ウェーブレット変換された変換係数がビットプレーン符号化部109において生成された各タイルごとの符号化データを符号列形成部1403に出力する(ステップS157)。

【0063】また、最下位BP決定部1402は、領域判定部1401の判定結果F(Ti)に基づいて、各サブバンドSのビットプレーン符号化データのうち最終的に生成する符号列に含める最下位ビットプレーンLBP(S)を決定する(ステップS158)。すなわち、最下位BP決定部1403で決定される最下位ビットプレーン以下の符号化データは破棄され、装置外部に出力される符号化データには含まれない。尚、この決定は、タイルごとの離散ウェーブレット変換の変換係数の符号化と同時、あるいはその前後でもよい。

【0064】例えば、あるサブバンドSについて最下位ビットプレーンLBP(S)を2とした場合、そのサブバンドSについてはビットプレーン番号1とビットプレーン番号0の2つのビットプレーンの符号化データは伝送されない。このように、N枚のビットプレーン符号化データを破棄することは、そのサブバンドの係数値を2のN乗で量子化することと同様の効果がある。図16は、 $F(Ti) = 0$ の場合に選択される最下位ビットプレーンLBP(S)の一例を示す図である。また、図17は、 $F(Ti) = 1$ の場合に選択される最下位ビットプレーンLBP(S)の一例を示す図である。以降、図16及び図17の最下位ビットプレーンLBP(S)を使用する場合について説明する。

【0065】そして、符号列形成部1403は、ビットプレーン符号化部109で生成されたタイルTiについ

タイルSTiを離散ウェーブレット変換した変換係数をビットプレーン符号化部109に出力する(ステップS156)。離散ウェーブレット変換部1404における処理は、変換に使用するフィルタを除いて、第1の実施形態における離散ウェーブレット変換部107と同じである。離散ウェーブレット変換部1404では、N個の1次元信号 $x(n)$ 、( $n = 0, \dots, N-1$ に対する1次元離散ウェーブレット変換は、次式によって行われるものとする。

【0061】

ての符号化データを不図示の内部バッファに格納する。但し、各タイル毎に最下位BP決定部1402において決定されるサブバンドSの最下位ビットプレーンLBP(S)以下の符号化データについては、バッファに格納しないものとする。

【0066】符号列形成部1403では、入力された画像データのすべてのタイルT0~Tnについての符号列が内部バッファに格納された後、所定の順序で内部バッファに格納される符号列が読み出され、必要な付加情報が挿入されて、本画像符号化装置の出力となる最終的な符号列が形成されて、符号出力部111に出力される(ステップS159)。

【0067】符号列形成部1403で生成される最終的な符号列は、ヘッダと、タイルT0~Tnの各タイルの符号化データにより構成される。また、各タイルの符号化データは、画像データにおけるタイルの位置を識別するための識別情報やそれぞれのタイルに適用された離散ウェーブレット変換の回数などの付加情報を格納したタイルヘッダと、レベル0とレベル1の2つ、あるいは、レベル0とレベル1とレベル2の3つに階層化された符号化データとから構成される。

【0068】図18は、符号列形成部1403において生成される $F(Ti) = 0$ の場合のタイルSTiの符号化データの構成を示す概要図である。また、図19は、符号列形成部1403において生成される $F(Ti) = 1$ の場合のタイルTiの符号化データの構成を示す概要図である。図18及び図19に示すように、レベル0の符号化データは、LLサブバンドの係数を符号化して得られるCS(LL, NBP(LL)-1)からCS(LL, 0)までの符号列から構成される。

【0069】また、レベル1は、LH1、HL1、HH1の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH1, NBP(LH1)-1)からCS(LH1, 0)と、CS(HL1, NBP(HL1)-1)からCS(HL1, 0)と、CS(HH1, NBP(HH1)-1)からCS(HH1, 0)とから構成される。さらに、レベル2は、LH2、HL2、HH2の各サブバン

ドの係数を符号化して得られる符号列CS (LH2, N<sub>BP</sub> (LH2) - 1) からCS (LH2, 0) と、CS (HL2, N<sub>BP</sub> (HL2) - 1) からCS (HL2, 0) と、CS (HH2, N<sub>BP</sub> (HH2) - 1) からCS (HH2, 0) とから構成される。

【0070】そして、符号出力部111は、符号列形成部1403で生成された符号列を装置外部へと出力する(ステップS160)。この符号出力部111は、第1の実施形態と同様に、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインタフェース等で実現される。

【0071】すなわち、本発明による画像符号化装置は、入力手段(領域判定部1401)が、分割された領域内の各画素について、エッジ画素か否かを判定する判定部と、当該領域内のエッジ画素と判定された画素数の総和を算出する算出部と、算出されたエッジ画素数と所定のしきい値とを比較して、当該領域の領域情報を生成する生成部とを備え、生成された領域情報を入力することを特徴とする。

【0072】また、本発明による画像符号化装置は、入力された領域情報に基づいて、各領域における符号化されたサブバンドの変換係数の最下位ビットを決定する決定手段(最下位BP決定部1402)をさらに備え、付与手段(符号列形成部1403)が、各領域のサブバンドの係数のビット列から、決定された最下位ビット以上のビット列を用いて符号化データとすることを特徴とする。

【0073】以上述べたように、第2の実施形態では、画像データを所定の大きさの複数のタイルに分割し、タイル単位で高解像度符号化領域か否かを判定した。そして、高解像度符号化領域に属するタイルについてはそのタイルを、高解像度符号化領域に属さないタイルについては所定の縮小率で縮小した縮小タイルを離散ウェーブレット変換して符号化した。これによって、高解像度の必要な部分のみを高解像度再現のための情報を含み、かつ、高解像度を必要としない部分については好適な低解像度復元画像を得ることができる符号化データの生成が可能となる。

【0074】<第3の実施形態>図20は、本発明の第3の実施形態による画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図20においても、第1及び第2の実施形態で用いた各部と共通する部分については同じ符号で示し、それらの説明は省略する。図20において、タイル分割部103は、離散ウェーブレット変換部2001と、画像縮小部104とに接続されている。また、画像縮小部104はさらに離散ウェーブレット変換部2002に接続され、離散ウェーブレット変換部2002は変換係数量子化部108に接続している。

【0075】さらに、セレクト部2003は、領域判定部105と離散ウェーブレット変換部2001と変換係数

量子化部108に接続されており、領域情報に基づいて、タイルT<sub>i</sub>に関する変換係数、またはタイルST<sub>i</sub>に関する量子化された変換係数をビットプレーン符号化部109に出力する。

【0076】本実施形態においても第1及び第2の実施形態と同様に、各画素の輝度値を8ビットで表現した白黒画像データを符号化するものとして説明する。しかしながら、本発明はこれに限らず、4ビット、10ビット、12ビット等の8ビット以外のビット数で輝度値を表現する画像データを符号化する場合にも適用可能である。また、各画素をRGB、CMYK等の複数の色成分、あるいはYCbCr等の輝度と色度/色差成分で表現するカラー画像データを符号化する場合にも適用可能である。この場合、カラー画像データ中の各成分が白黒画像データであるとみなせばよい。

【0077】また、本実施形態では、第1及び第2の実施形態と同様に、符号化される画像データを、分割したタイルごとに2つの解像度のいずれかで符号化する。以降、符号化対象画像データの解像度を高解像度、水平・垂直方向ともにこれを半分にした解像度を低解像度と呼ぶ。尚、符号化される画像データの大きさは固定であるものとし、入力される画像の大きさをX画素×Y画素とする。また、X、Yともに4の倍数とする。

【0078】図21は、図20に示される構成の画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。まず、第1の実施形態と同様に、本実施形態による画像符号化装置において符号化される画像データが、画像入力部101からラスタ走査順に入力される(ステップS211)。入力された画像データは、タイル分割部103において、上述した実施形態と同様に、所定の幅TWと高さTHのタイルに分割される(ステップS212)。そして、分割されたT<sub>0</sub>からT<sub>n</sub>までのタイルは、ラスタ走査順に離散ウェーブレット変換部2001と画像縮小部104に出力される。

【0079】離散ウェーブレット変換部2001は、タイル分割部103から入力されたタイルT<sub>i</sub>の画像データを、不図示の内部バッファに適宜格納しながら、2次元の離散ウェーブレット変換を2回施し、図6で示したように、LL、HL1、LH1、HH1、HL2、LH2、HH2の7つのサブバンドに分解する(ステップS213)。以降、各サブバンドの係数をC(S, x, y)と表す。ここで、Sはサブバンドを表し、LL、HL1、LH1、HH1、HL2、LH2、HH2のいずれか1つである。また、(x, y)は、各サブバンドS内の左上隅の係数位置を(0, 0)としたときの水平方向および垂直方向の係数位置を表す。

【0080】本実施形態における画像符号化装置では、N個の1次元信号x(n), (n=0, ..., N-1)に対する1次元離散ウェーブレット変換は、第1の実施形態における離散ウェーブレット変換部107と同様に

(1)、(2)式によって行われるものとする。

【0081】一方、画像縮小部104では、タイル分割部103から出力されるタイル $T_i$ について、水平方向・垂直方向ともに $1/2$ の大きさの縮小タイル $ST_i$ を生成する(ステップS214)。画像縮小部104における画像縮小処理は、第1の実施形態と同様である。また、縮小タイル $ST_i$ 内の水平方向の $x$ 番目、垂直方向の $y$ 番目の画素値を、 $ST_i(x, y)$ 、( $i=0, \dots, N$ ,  $0 \leq x < TW/2$ ,  $0 \leq y < TH/2$ )と表す。尚、 $ST_i(0, 0)$ は、縮小タイル $ST_i$ の左上隅の画素値である。

【0082】そして、離散ウェーブレット変換部2002は画像縮小部104から入力される縮小タイル $ST_i$ を不図示の内部バッファに適宜格納しながら2次元の離散ウェーブレット変換を1回施し、図5で示したように、 $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ の4つのサブバンドに分解する(ステップS215)。以降、各サブバンドの係数を $C(S, x, y)$ と表す。ここで、 $S$ はサブバンドを表し、 $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ のいずれか1つである。また、 $(x, y)$ は、各サブバンド $S$ 内の左上隅の係数位置を $(0, 0)$ としたときの、水平方向及び垂直方向の係数位置を表す。

【0083】本画像符号化装置では、 $N$ 個の1次元信号 $x(n)$ 、( $n=0, \dots, N-1$ )に対する1次元離散ウェーブレット変換は、第2の実施形態における離散ウェーブレット変換部1404と同様に、(5)、(6)式によって行われるものとする。そして、離散ウェーブレット変換部2002で生成された $LL$ 、 $HL1$ 、 $LH1$ 、 $HH1$ の各サブバンドの係数は、第1の実施形態と同様に、変換係数量子化部108によって量子化される(ステップS216)。尚、ステップS214の縮小画像の生成からステップS216の量子化までの処理は、ステップS213の離散ウェーブレット変換と同時に、あるいはその前後であってもよい。

【0084】次に、第1の実施形態と同様に、領域情報入力部102から入力された高解像度符号化領域を指定する高解像度符号化領域情報から、領域判定部105において着目タイル $T_i$ についての判定結果 $F(T_i)$ が生成される(ステップS217)。尚、領域情報入力部102からの高解像度符号化領域情報の入力、画像データの入力と同時に、あるいはその前後であってもよい。また、領域の判定結果 $F(T_i)$ の生成は、画像データからタイルの分割後であれば各領域の離散ウェーブレット変換と同時に、あるいはその前後であってもよい。

【0085】次に、セレクト部2003は、着目するタイル $T_i$ について、領域判定情報 $F(T_i)$ に基づいて、離散ウェーブレット変換部2001で生成される変換係数値、または変換係数量子化部108で生成される量子化された係数値を選択して出力する(ステップS218)。すなわち、タイル $T_i$ の領域判定情報 $F(T_i)$

が0の場合は、タイル $T_i$ が文字領域等の高解像度符号化領域を含まないとして量子化された係数値を選択し、 $F(T_i)$ が1の場合は、タイル $T_i$ が高解像度符号化領域を含むとして変換係数値を出力する。

【0086】セレクト部2003で選択して出力された変換係数値または量子化された係数値は、第1の実施形態と同様に、ビットプレーン符号化部109、符号列形成部110、符号出力部111において符号化されて外部に出力される(ステップS219)。

【0087】すなわち、本発明による画像符号化装置は、画像を所定の領域に分割して小画像を生成する分割手段(タイル分割部103)と、分割された小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第1の分解手段(離散ウェーブレット変換部2001)と、分割された各領域についての領域情報を入力する入力手段(領域情報入力部102、領域判定部105)と、分割された各領域について、所定縮小率によって縮小画像を生成する生成手段(画像縮小部104)と、分割された各領域の領域情報に基づいて、各領域の縮小画像を周波数変換し、所定数のサブバンドに分解する第2の分解手段(離散ウェーブレット変換部2002)と、分解された各サブバンドの変換係数を符号化する符号化手段(ビットプレーン符号化部109)とを備えることを特徴とする。

【0088】また、本発明による画像符号化装置は、分割された所定領域についての分解されたサブバンドの変換係数のうち、所定の係数を量子化する量子化手段(変換係数量子化部108)をさらに備えることを特徴とする。

【0089】本実施形態の場合、領域判定結果に応じて離散ウェーブレット変換や量子化によって得られるデータの選択方法を変えており、文字領域については可逆の符号化を可能とするものである。

【0090】<その他の実施形態>尚、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、上述した第1～第3の実施形態においては、(1)、(2)式、または(3)、(4)式による離散ウェーブレット変換を用いた符号化の例について示したが、離散ウェーブレット変換については、本実施形態で使用したものに限定されるものではない。例えば、フィルタの種類や適応方法を変えてもよい。例えば、 $9/7$ フィルタ等より、タップ数の長いフィルタに変えてもよく、低周波サブバンド以外にも2次元離散ウェーブレット変換を繰り返し適用してもよい。

【0091】また、係数の符号化方式として $QM-Coder$ を用いたビットプレーン符号化方式を示したが、上述の実施の形態に限定されるものではない。例えば、 $MQ-Coder$ 等の $QM-Coder$ 以外の算術符号化方法を適用してもよく、 $MELCODE$ 等のその他の2値符号化方式を適用してもよい。さらに、ビットプレ

ーンを着目係数の近傍係数の状態に応じて、複数のサブビットプレーンに分類し、複数回のパスで符号化してもよい。さらにまた、Golomb符号等を適用して、係数を2値に分解することなく、多値のままエントロピー符号化してもよい。

【0092】さらにまた、説明を簡単にするために、上述した実施形態では、サブバンド単位のビットプレーン符号化について説明したが、ランダムアクセス性を高めるために、各サブバンドを更に小ブロックに分割して、この小ブロック単位にビットプレーン符号化を適用してもよい。さらにまた、符号列の形成にあたっては、受信側で徐々に解像度を上げて画像を復元できるように並べたが、これに限らず、徐々に画質が向上するように値の大きな係数から順に並べて符号列を形成しても構わない。

【0093】尚、上述した実施形態では、文字・写真領域が画像中に混在する画像データを入力することによって、文字領域を高解像度が必要な領域とし、写真領域をその他の領域としたが、この領域区分については文字や写真の他の区分を用いて任意に設定してもよい。

【0094】尚、本発明は、複数の機器（例えば、ホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置等）に適用してもよい。

【0095】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0096】さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0097】本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、文字領域や写真領域等の必要な解像度レベルが異なる領域を含む混在画像を、高画質の画像が復元可能な状態で効率よく符号化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による画像を符号化するための画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図2】複数のタイルに分割される画像データを説明するための図である。

【図3】本実施形態による符号化対象の画像データと高解像度符号化領域を説明するための概要図である。

【図4】上述した方法によって画像データのタイルに対して2つの判定結果を出力する場合の一例を示す図である。

【図5】タイルSTiを4つのサブバンドに分解する場合を説明するための概要図である。

【図6】タイルTiを7つのサブバンドに分解する場合を説明するための概要図である。

【図7】符号化対象画像に対して2次元の離散ウェーブレット変換の適用例を説明するための概要図である。

【図8】2次元のウェーブレット変換を2回繰り返して行った場合の、サブバンドの分割例を示す図である。

【図9】サブバンドSを符号化するビットプレーン符号化部109の動作手順を説明するためのフローチャートである。

【図10】符号列形成部110において生成される符号列の構造を示す図である。

【図11】 $F(T_i) = 0$ の場合のタイルSTiの符号化データの構成を示す概要図である。

【図12】 $F(T_i) = 1$ の場合のタイルTiの符号化データの構成を示す概要図である。

【図13】第1の実施形態による画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。

【図14】本発明の第2の実施形態による画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図15】図14に示される第2の実施形態による画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。

【図16】 $F(T_i) = 0$ の場合に選択される最下位ビットプレーンLBP(S)の一例を示す図である。

【図17】 $F(T_i) = 1$ の場合に選択される最下位ビットプレーンLBP(S)の一例を示す図である。

【図18】符号列形成部1403において生成される $F(T_i) = 0$ の場合のタイルSTiの符号化データの構成を示す概要図である。

【図 19】 符号列形成部 1403 において生成される F (T<sub>i</sub>) = 1 の場合のタイル T<sub>i</sub> の符号化データの構成を示す概要図である。

【図 20】 本発明の第 3 の実施形態による画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図 21】 図 20 に示される構成の画像符号化装置の動作手順を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

101 画像入力部

102 領域情報入力部

103 タイル分割部

104 画像縮小部

105、1401 領域判定部

106、2003 セレクタ

107、1404、2001、2002 離散ウェーブレット変換部

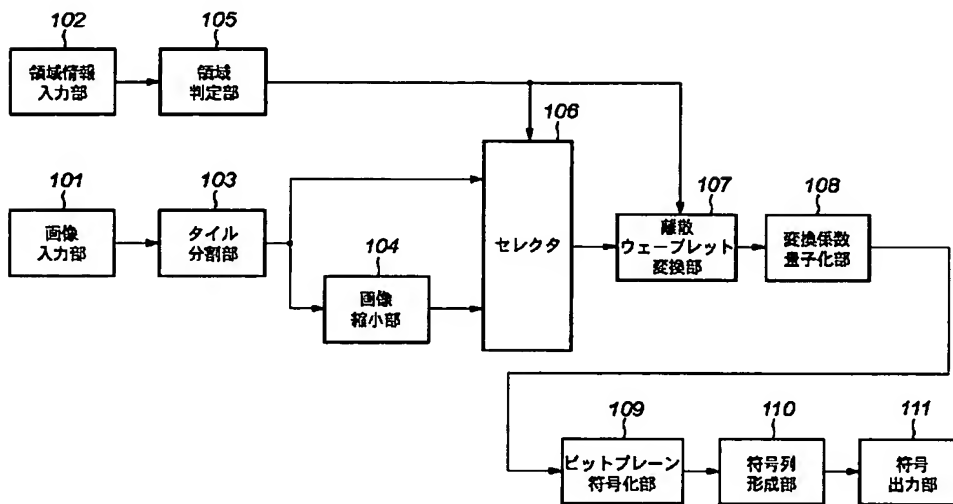
108 変換係数量子化部

109 ビットプレーン符号化部

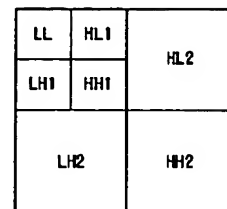
110、1403 符号列形成部

10 1402 最下位 B P 決定部

【図 1】



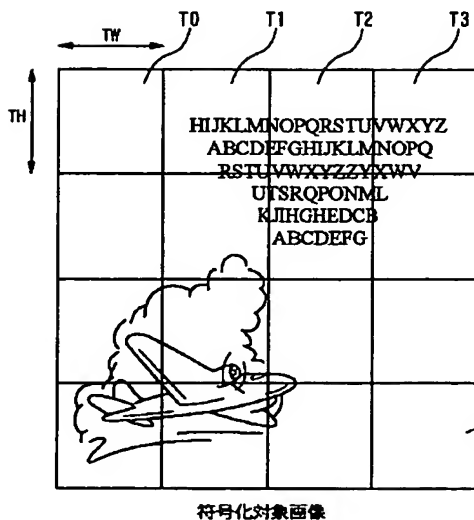
【図 8】



【図 16】

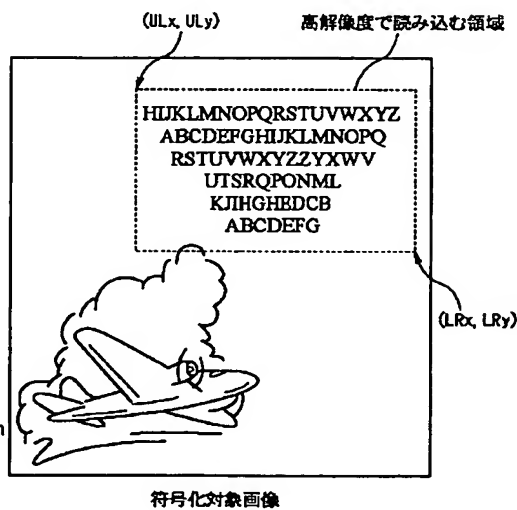
サブバンド S	LBP(S)
LL	0
HL1	1
LH1	1
HH1	1

【図 2】



符号化対象画像

【図 3】

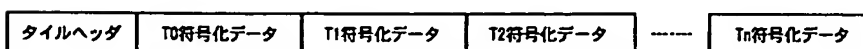


符号化対象画像

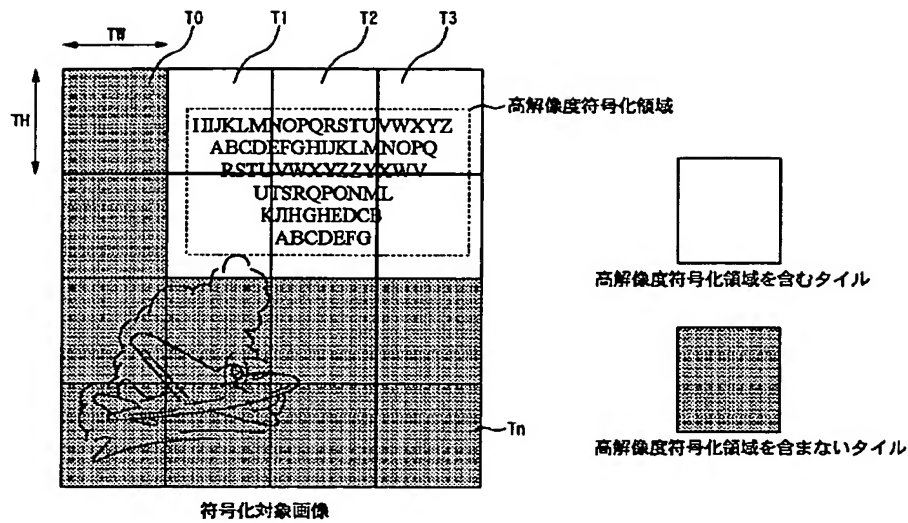
【図 17】

サブバンド S	LBP(S)
LL	0
HL1	2
LH1	2
HH1	3
HL2	3
LH2	3
HH2	4

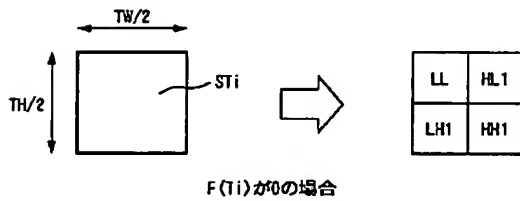
【図 10】



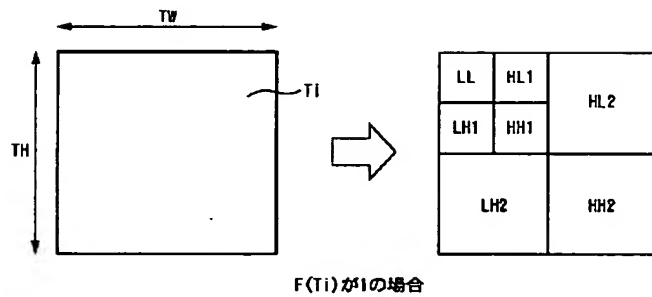
【図4】



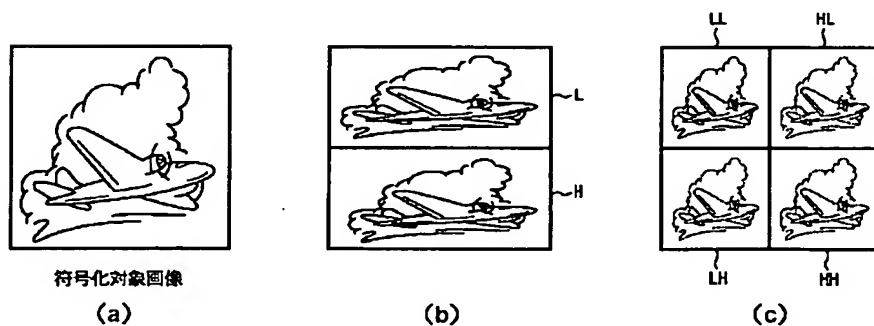
【図5】



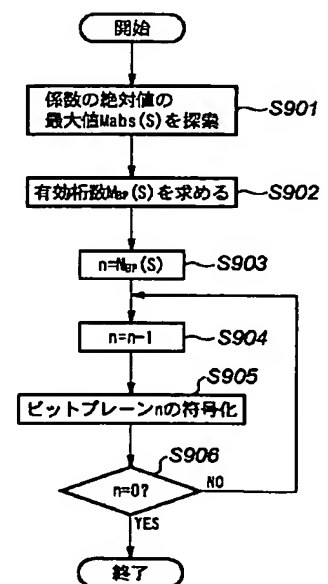
【図6】



【図7】

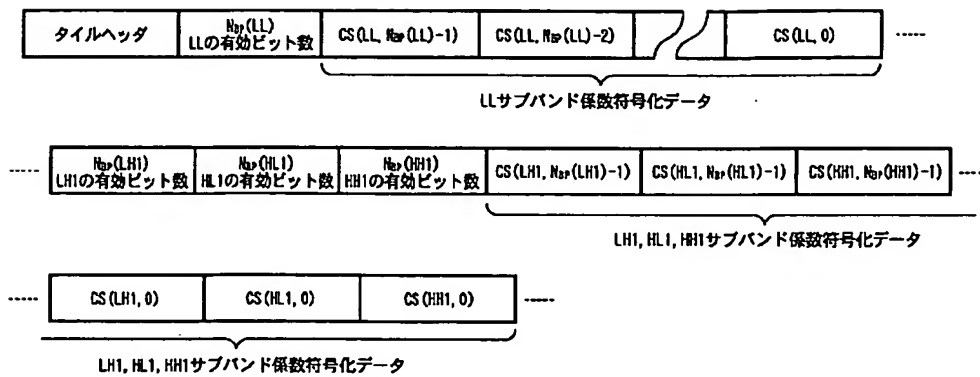


【図9】

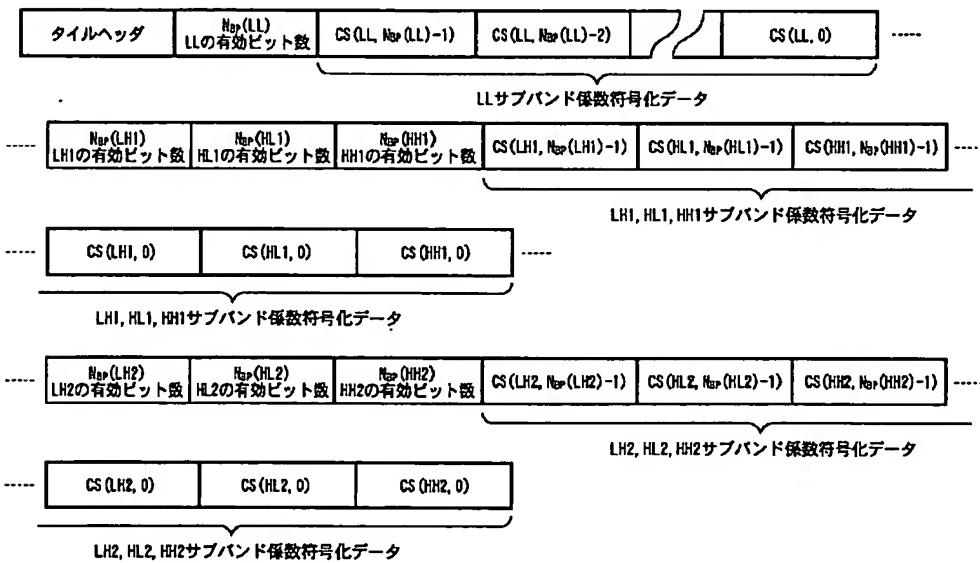




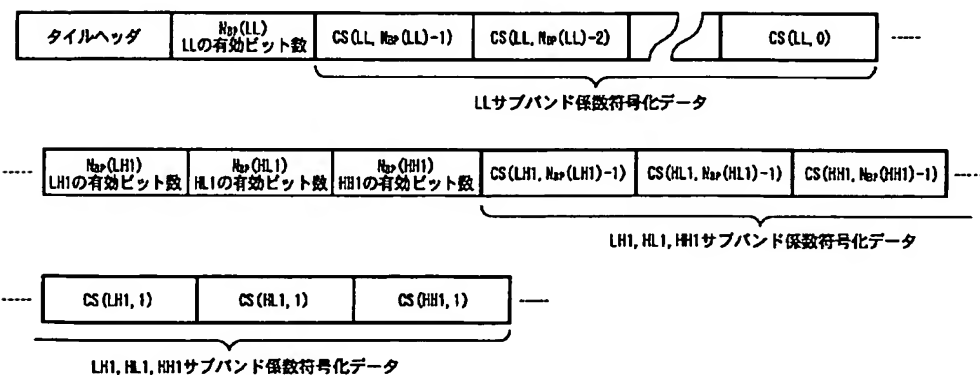
【図 11】



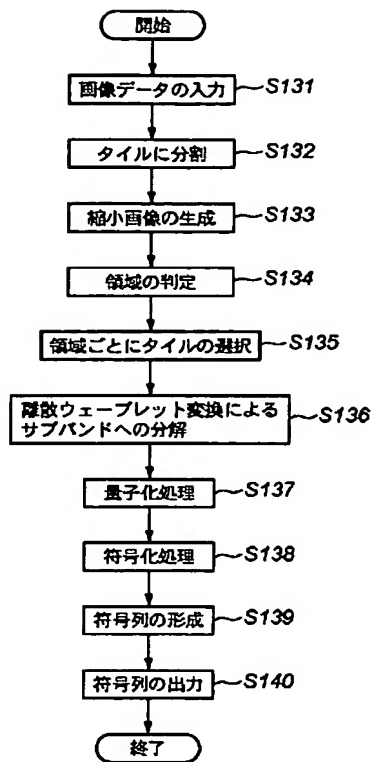
【図 12】



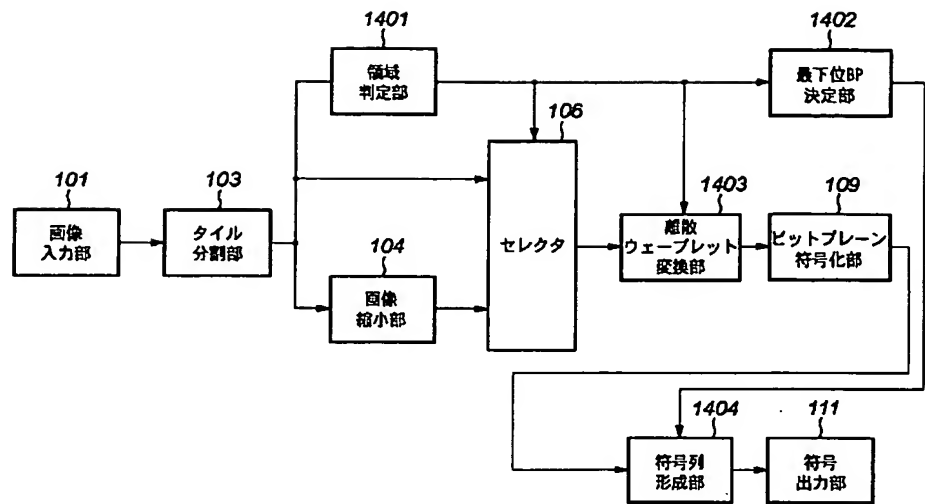
【図 18】



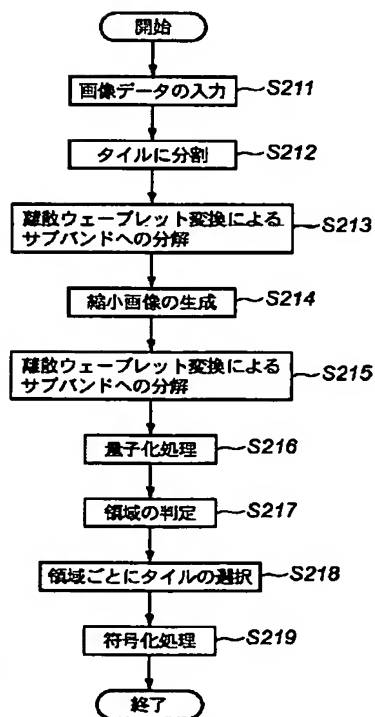
【図13】



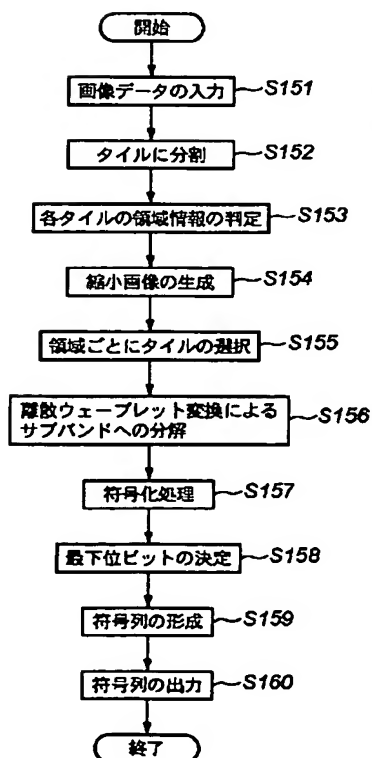
【図14】



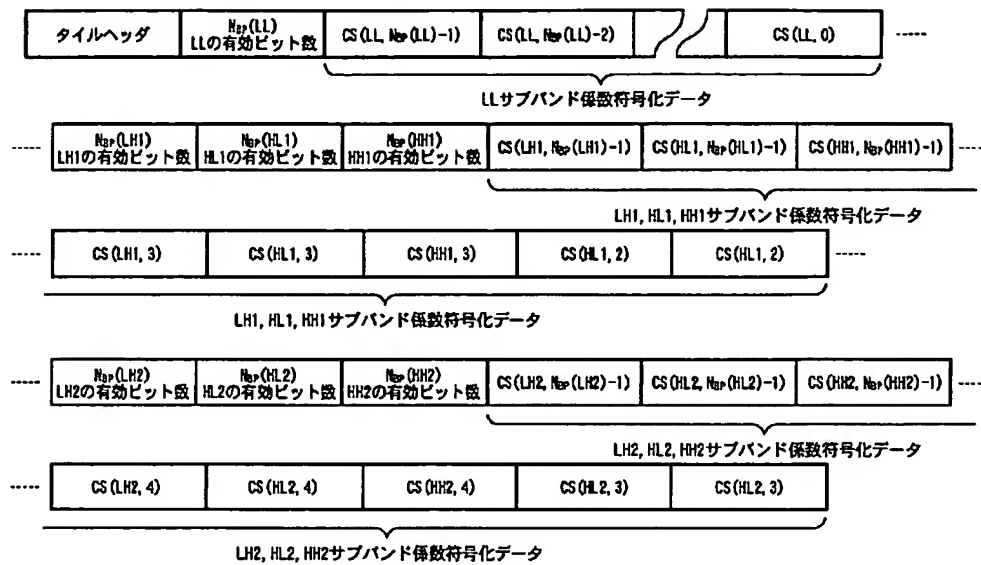
【図21】



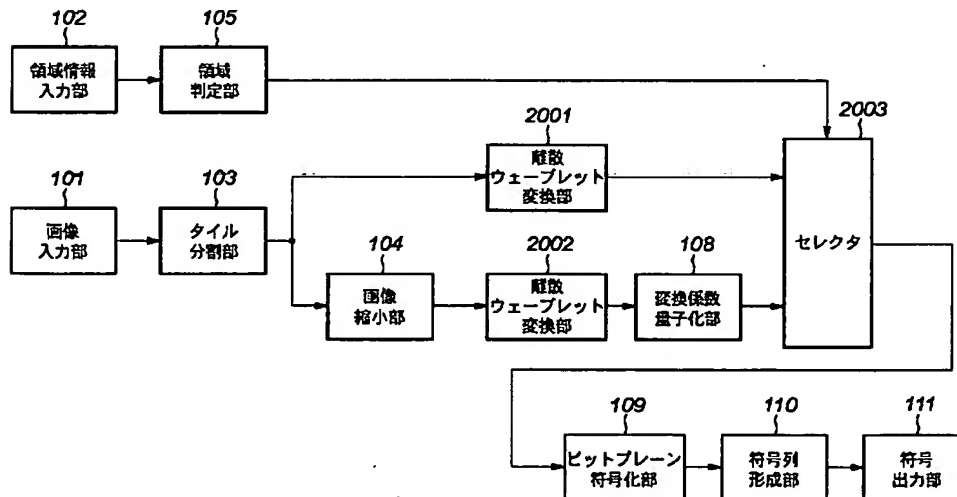
【図15】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C059 MA24 MC11 MC38 PP01 PP20  
 PP24 PP28 RB02 RB09 SS06  
 SS11 TA80 TC34 TD06 TD11  
 UA02 UA15  
 5C076 AA22 CA02  
 5C078 AA04 BA53 CA01 DA01  
 5J064 AA02 BA16 BB13 BC14 BC16  
 BC22 BC25  
 5L096 FA06 FA54 GA51